

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 07-142787

(43)Date of publication of application : 02.06.1995

(51)Int.Cl.

H01S 3/036

H01S 3/03

(21)Application number : 06-136104

(71)Applicant : PRC CORP

(22)Date of filing : 17.06.1994

(72)Inventor : WEISS HARDY P

(30)Priority

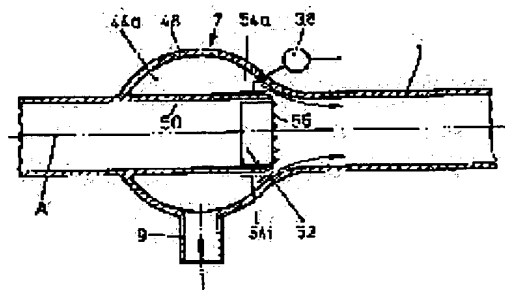
Priority number : 84 4861 Priority date : 10.10.1984 Priority country : CH

(54) GAS LASER CONSISTING OF AXIAL GAS FLOW EXCITATION TUBE

(57)Abstract:

PURPOSE: To form a gas intake region or gas outlet region along an excitation tube, without generating as much as possible a vortex over a wide range.

CONSTITUTION: Of a gas laser which is provided with electrodes 54a and 54i for electrically exciting gas in an excitation tube and also provided with a gas intake part and a gas outlet part at the outer periphery of the excitation tube, the gas intake part has annular split nozzles 52 which are formed between the end parts of tube main bodies 1 and 50 and a swell part 48 which connects the two tube main bodies and is provided with a gas intake tube 9. Then the swell part 48 is connected to the end parts of the tube main bodies 1 and 50 gradually, with gently curved surfaces toward the split nozzle 52, when viewed in the lengthwise section.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 17.06.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2554024

[Date of registration] 22.08.1996

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2000 Japan Patent Office

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-142787

(43) 公開日 平成7年(1995)6月2日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 S 3/036
3/03

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/ 03

J
L

審査請求 有 発明の数 1 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-136104
(62) 分割の表示 特願昭60-504318の分割
(22) 出願日 昭和60年(1985)10月8日

(31) 優先権主張番号 4 8 6 1 / 8 4 - 6
(32) 優先日 1984年10月10日
(33) 優先権主張国 スイス (CH)

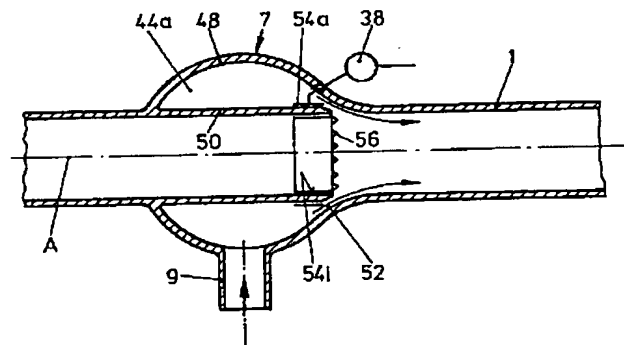
(71) 出願人 594102625
ピーアールシー・コーポレーション
アメリカ合衆国・ニュージャージー・
07850・ランディング (番地なし)
(72) 発明者 ハーディ・ビー・ヴァイス
スイス国・ヒュッテン・シーエイチ8821・
イム・セイブリック (番地なし)
(74) 代理人 弁理士 志賀 正武

(54) 【発明の名称】 軸方向ガス流励起管からなるガスレーザ

(57) 【要約】

【目的】 本発明の目的は、ガスレーザに関して、ガス入口領域もしくはガス出口領域を励起管に沿ってできるかぎり大範囲の渦巻を生じないように形成することにある。

【構成】 励起管の内部には、ガスの電氣的励起のための電極 (54 a、54 i) が設けられ、励起管の外周にはガス流入口部とガス流出口部とが設けられたガスレーザにおいて、ガス流入口部は、前記管本体 (1、50) の各端部間に形成された環状のスプリットノズル (52) と、前記2本の管本体を接続しかつガス入口管 (9) を設けた膨出部 (48) とを有し、この膨出部 (48) は、長さ方向断面で見た場合に、スプリットノズル (52) に向かって緩やかな曲面で徐々に前記管本体 (1、50) の各端部に接続されてなる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 内部で軸方向へ向かってガスが流れるように 2 本の管本体（1、50）を直線状に配設した励起管を有するガスレーザであって、励起管の内部には、ガスの電氣的励起のための電極（54a、54i）が設けられ、励起管の外周にはガス流入口部とガス流出口部とが設けられたガスレーザにおいて、ガス流入口部は、前記管本体（1、50）の各端部間に形成された環状のスプリットノズル（52）と、前記 2 本の管本体を接続しかつガス入口管（9）を設けた膨出部（48）とを有し、この膨出部（48）は、長さ方向断面で見た場合に、スプリットノズル（52）に向かって緩やかな曲面で徐々に前記管本体（1、50）の各端部に接続されることを特徴とするガスレーザ。

【請求項 2】 前記ガス流入口部は、少なくとも 1 のスプリットノズル（52）を有することを特徴とする請求項 1 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 3】 前記ガス流入口部は、ガスを一旦貯めておくチャンバー（44a）に連通し、上記チャンバーはガスを供給するガス供給管（46）に接続されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 4】 前記チャンバー（44a）は、前記励起管の軸（A）を中心として環状に構成されていることを特徴とする請求項 3 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 5】 前記ガス流入口部とガス流出口部との少なくとも一方は、電極の一部（34、54a、54i、82、84）として構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載のガスレーザ装置。

【請求項 6】 前記ガス流出口部（13）は、少なくとも 1 つの環状の出口スリット（60a）を有することを特徴とする請求項 5 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 7】 前記励起管の内部のガス流出口部近傍には、ガスをガス流出口部側へ案内する環状の出口スリット（60a、60b、60c）が励起管の軸方向（A）に連続して設けられていることを特徴とする請求項 7 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 8】 前記ガス流出口部には、複数の羽根を励起管の軸線周りに連設してリング状とした環（76）を少なくとも 1 つ設けたことを特徴とする請求項 6 または 7 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 9】 前記ガス流出口部は、前記励起管の外周を包むようにして設けられた環状のチャンバー（66）に連通させられ、このチャンバー（66）には、排気管（11）が接続されていることを特徴とする請求項 5 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 10】 前記ガス流出口（13）は、前記励起管に接続された排気管（11）に連通し、上記励起管には、圧縮ガスを上記排気管（11）へ向けて噴射するガ

ス管（78）が接続され、このガス管の上記励起管への開口部は、上記排気管の開口部と同軸上に配置されていることを特徴とする請求項 1 ないし 9 のいずれか 1 項に記載のガスレーザ装置。

【請求項 11】 前記励起管の断面形状は、少なくとも励起管の一部において非円形であることを特徴とする請求項 1 ないし 10 のいずれか 1 項に記載のガスレーザ装置。

【請求項 12】 前記電極は、前記励起管の内壁の周辺に少なくとも円周方向へ延在する段差及びスリットなしに設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項に記載のガスレーザ装置。

【請求項 13】 前記電極は内面が円錐状になされとともに励起管の内壁を構成するように設けられ、しかも、円周方向へ延在する段差およびスリットなしに構成されていることを特徴とする請求項 1 ないし 12 のいずれか 1 項に記載のガスレーザ装置。

【請求項 14】 前記電極には、前記励起管の電場形成を制御するための制御部（84、82、88）が設けられていることを特徴とする請求項 1 ないし 13 のいずれか 1 項に記載のガスレーザ装置。

【請求項 15】 前記電極の陽極または陰極のうち少なくとも 1 つは、前記励起管の軸の周りに配列された複数の電極要素（82、84）で構成され、しかも個々の電極要素が前記制御手段により制御されることを特徴とする請求項 14 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 16】 前記励起管のうちガス流入口部側へ寄った上流側の部分に、その断面を区画する格子（28）を設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 15 のいずれか 1 項に記載のガスレーザ装置。

【請求項 17】 前記格子は蜂の巣状をなすことを特徴とする請求項 16 に記載のガスレーザ装置。

【請求項 18】 前記励起管のうちガス流入口部側へ寄った上流側の部分に、断面積が徐々に変化するくびれ部（34）を設けたことを特徴とする請求項 1 ないし 16 のいずれか 1 項に記載のガスレーザ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は電極配置を用いて電氣的に励起させる励起管、同じく励起管に関してガス入口及びガス出口とからなるガスレーザに関する。

【0002】

【従来の技術】 軸方向のガスレーザにおいて、励起管内の多量の渦巻きの発生をできるかぎり妨げねばならないことは知られている。励起管に沿っての渦巻きの状態はとりわけ励起管のガス入口領域もしくは、ガス出口領域での状態によって決定されもしくは、そのことによって妨げられる。この際、これらの領域では管内で軸方向に向けられるガス流は半径方向に供給され、もしくは連れ出されねばならない。

【0003】管内での渦巻が管の断面に関して、1つの渦巻中心が存在する場合には「大範囲の渦巻」であり、2つまたはそれ以上の渦巻の中心が存在するならば渦巻は「小範囲の渦巻」と称されることは一般的に認められている。

【0004】

【発明の目的】本発明の目的はガスレーザに関して、ガス入口領域もしくはガス出口領域を励起管に沿ってできるかぎり大範囲の渦巻を生じないように形成することである。

【0005】

【課題を解決するための手段】この目的に対し、本発明は、内部で軸方向へ向かってガスが流れるように2本の管本体(1、50)を直線状に配設した励起管を有するガスレーザであって、励起管の内部には、ガスの電氣的励起のための電極(54a、54i)が設けられ、励起管の外周にはガス流入口部とガス流出口部とが設けられたガスレーザにおいて、ガス流入口部は、前記管本体(1、50)の各端部間に形成された環状のスプリットノズル(52)と、前記2本の管本体を接続しかつガス入口管(9)を設けた膨出部(48)とを有し、この膨出部(48)は、長さ方向断面で見た場合に、スプリットノズル(52)に向かって緩やかな曲面で徐々に前記管本体(1、50)の各端部に接続されてなることを特徴としている。

【0006】それにより周辺に均一に分散されるガス流が得られ、ガスの供給方向もしくはガスの放射方向に連続的な「内側への曲げ」もしくは「外側への曲げ」が励起管において実際に大範囲の渦巻の消失を生じるのである。

【0007】本発明の実施例の変形、同じく必要な場合には補助的に設けられる装置が励起管の渦巻状態の改善のために以下図面を用いて説明する。図1は2段階の高エネルギーガスレーザの原理図、図2aは大範囲の渦巻を阻止するための装置からなるガス入口管の概略断面図、図2bは図2aによる装置の横断面図で、得られる小範囲の渦巻を定性的に記入している図。図3aは別の変形装置についての図2aに類似する図、図3bは図3aの装置をI I I...I I I線により切断した概略的断面図、図4は大範囲の渦巻阻止装置の別の変形実施例を示し、図2a及び図3aに類似する図、図5aは本発明とは異なる他の参考例である励起管の入口領域による概略的横断面図、図5bは本発明とは異なる他の参考例である、図5aの領域の長さ方向の概略的断面図、図6は本発明による入口領域の好ましい実施形態で図5bに類似する長さ方向の断面図、図7aから図7cは大範囲の渦巻阻止のための励起管の概略的横断面図、図8は本発明とは異なる他の参考例であるガス入口領域の長さ方向の概略的断面図、図9は本発明の実施形態を示す図、図10はガス出口領域の実施形態を示す図、図11は図1による2段階

階ガスレーザの図10の装置の拡大配置図、図12は出口領域の別の変形実施形態の概略図、図13は個々の電極を有する励起管による概略的横断面図、図14は図13により形成された電極同じく場形成制御部、陽極側及び陰極側からなるレーザの励起管の長さ方向の概略的断面図、図15は別の変形電極の励起管の長さ方向の断面図、図16はそこに示された電極の他の変形を示す図15に類似する図を示している。

【0008】

【実施例】図1には公知の高エネルギーガスレーザの原理的配置を示している。2段階ガスレーザは点線で示した一点鎖線の左側で第1段階が右側で第2段階が関係している。この一点鎖線に関して対象的に配置され、同一の段階で取り扱われるので、ここではただ左側の段階について記載する。レーザ装置は管本体1を取り巻いている。その末端には陰極3及び陽極5が配置されている。管本体1の端部の入口領域7に管本体1の入口管9が合流している。熱交換器17及び19がその前後に連結されている送風器15を用いて例えば炭酸ガス、窒素、ヘリウムからなる混合ガスが管本体1に矢印方向に駆動される。両端が開かれた管本体1の中央軸Aは同時にレーザ光の光学軸である。電極3と5は高電圧電源21を制御要素23たとえば電子管で駆動される。そのとき電子管23により、電極電流の制御された流れ調節に調整される。

【0009】本発明は入口領域7に関する装置、出口領域13に関する装置、同じく陰極及び／または陽極の形成に関連している。すべての装置は空気力学的及び／または電氣的な大範囲の渦巻を管本体1において阻止し、その際でそこですぐれたガスの混合を確保するものである。

【0010】図2から図16には励起管の大範囲の渦巻を阻止するための装置が説明されている。図5aから図6、図8から図12が最も重要なものとして示され、これについて説明する。

【0011】図2から図4は混合ガスGに対する入口領域側の入口管9の断面が示されている。入口領域7の領域に図2aによる入口管9に多くの格子28が配置され、特に横断面で示されている。それにより小範囲の渦巻が管9において図2bに概略的に示すように発生する。

【0012】図2bで線点で示した大範囲の渦巻が管9の中にもたらされ、管の内に伝わることができ、それによって十分に阻止される。図3aにおいて格子28の代りに入口管9の中に流れの断面を細分する多数の壁が配置される。

【0013】図3bに示されるようにこの壁30は特にはちの巣型32に構成され、配置される。この装置により目的とする効果が達成される。

【0014】図4には入口管9に連続したくびれ34を

形成した別の装置が示され、ガスの流れ方向に最初は連続した導管の壁の収れんが、そのあと壁の発散が組みこまれ、この装置により前述の目的が達成される。図 2 から図 4 の装置は必要な場合には図 5 から図 6 により説明される実質的な装置と組み合わせて使用される。

【0015】図 5 及び図 6 に示された装置によって大範囲の渦巻の発生が入口領域側で実質的に阻止される。図 5 a にはこれに対して提案される技術が原理的に示される。管本体 1 の周辺には連続して、または図 5 a 図及び図 5 b に示されるように不連続的に分散して 1 組の入口管 9 a と連絡しているガス入口窓 4 2 が配置され、ガスを連続して半径方向から軸方向へ管本体 1 に関して管本体 1 の周辺に沿って等しく分散して導くように配置されている。

【0016】その際図 5 b に示すように、好ましくは入口窓 4 2 の整列はすくなくともガス流れが軸 A の方向に連続して管本体 1 においてかどで渦巻を生ずることのないように選択されている。

【0017】すべての入口窓 4 2 もしくはすべての入口管 9 a に対して共通な圧力ガスの調整のために設けられた入口窓 4 2 のすべては釣り合いして負荷されるようさらに確実にするため、図 5 a に概略的に示すように入口管 9 a のすべては共通のチャンパー 4 4 に導かれ、そこで後者はガス供給管 4 6 により供給される。それにより管本体 1 の周辺の至るところ釣り合いのとれたとくに軸方向に向けられたガスの流れを確保する。図 2 から図 4 により説明された装置は場合によっては管 9 a に設けられる。

【0018】図 6 は、本発明による入口領域の好ましい実施例を示している。図 6 に示されているガスレーザは、内部で軸方向へ向かってガスが流れるように 2 本の管本体 1、5 0 を直線状に配設した励起管を有するガスレーザであって、励起管の内部には、ガスの電氣的励起のための電極 5 4 a、5 4 i が設けられ、励起管の外周にはガス流入口部とガス流出口部とが設けられたガスレーザにおいて、ガス流入口部は、前記管本体 1、5 0 の各端部間に形成された環状のスプリットノズル 5 2 と、前記 2 本の管本体を接続しかつガス入口管 9 を設けた膨出部 4 8 とを有し、この膨出部 4 8 は、長さ方向断面で見た場合に、スプリットノズル 5 2 に向かって緩やかな曲面で徐々に前記管本体 1、5 0 の各端部に接続されている。前記各管本体 1、5 0 の内径は同一である。膨出部 4 8 内には、環状の室として形成されたチャンパー 4 4 a が形成されている。スプリットノズル 5 は、一方の管本体 1 の端部と、他方の管本体 5 0 の端部との間で均一な幅でリング状に形成されている。このスプリットノズルとスプリットノズルを使用する方法により最適な釣り合いのとれたとくに管本体 1 に関して軸方向に向けられたガスの流れを励起管に得るのである。

【0019】図に示されるように代替的にまたは追加的

に他方の管本体 5 0 の内側の上にまたは出口側の内側上にすなわち環状のチャンパー 4 4 a に向う側に管の断面の周辺に沿って環状の電極 5 4 i もしくは 5 4 a が設けられている。管断面 5 0 の壁は直接電極としてはめこまれる可能性が書き込まれていない。基本的に環状に形成された電極を個々に絶縁して周辺に分散された電極断面に構成することができる。とくに上述の電極の断面または好ましい連続の電極環は管本体 1 に対向して向けられ、先端 5 6 のような局所的に非常に高い場の強さを発生させるための鋭い不連続状態を持っている。

【0020】図 7 a から図 7 c には管本体 1 それ自身について渦巻の状態をさらに改良するために設けられる装置を示している。

【0021】管のなかで流れの横断面図について別々の上述の意味で大範囲の渦巻を生ずるという傾向、管の横断面の円形が正確であればあるほどより高くなることは知られている。このことは提案される装置の目的を阻止するものであり、管本体 1 の図 7 a から図 7 c による流れの横断面は円形とは異なるたとえば三角形、四角形、多角形または楕円形に形成されている。

【0022】図 7 にはそれによって生ずる対称的な小範囲の渦巻を定性的に示すものである。このことは管本体 1 の軸方向に流れるガスの良好な混合を促進している。

【0023】図 8 から図 1 2 には出口領域における本質的な装置もしくはそれに相等する装置の挿入を示している。管本体 1 の出口領域 1 3 での大範囲の渦巻に関して出口領域 1 3 に関して逆戻りのないガス出口を保護するた図 8 により図 5 b の入口領域側の予防処置と類似して管本体 1 の周辺に本発明の重要な連続の、または図 8 の窓 5 8 で示すように不連続性の変らない出口を形づくりしている。図 8 によれば管本体 1 の周辺に出口窓 5 8 が分散して設けられ、一様な出口管 1 1 a のすべてと連絡し、その側は図示されていないが収集室に導かれている。図 9 により管本体 1 の周辺に連続して一様にひろげられた環状の出口スリット 6 0 が形成され、そこでは管本体 1 は膨出部 6 2 に形づくられていて、管本体 1 に戻る側に管断面 6 4 が膨出部 6 2 のなかに突きでていて一方において A 軸のまわりに環状の室として収集室 6 6 が形成され、他方において出口スリット 6 0 が形成されている。出口スリット 6 0 の領域には不連続状態 7 0 をもつ環状陰極として陰極 6 8 のような電極をそれに相等する電気接続 7 2 を設けている。

【0024】図 1 0 による実施例形態において他方では膨出部を形成した環状の室 6 6 に連続して軸方向に段づけされた環状の薄片 7 4 を多数ガスのながれ方向に組み直し、環状の出口スリット 6 0 a、6 0 b、6 0 c を形成している。この構造の形状で環状の薄片は陰極としての電極の挿入に対して電氣的接続 7 2 を設けることができる。

【0025】図 1 1 は図 1 0 に類似し第 1 に表示されて

いるように２段階レーザに対する出口領域 13 の構造を概略的に示している。

【0026】図 12 には基本的に図 11 に類似する装置を示している。即ち、２段階レーザの環状に回転する薄片の代りに 1 つまたはそれ以上の羽根状の環 76 が設けられている。出口管 11 におけるガス流の非支持に対してとくに図 10 から図 12 により実施例の変形を示している。

【0027】基本的には高圧ガス管 78 は収集室 66 のなかで好ましくは入口管 9 の流れ口に対して同軸的である流れ口をもって合流している。この高圧ガス管 78 によってガス管 G_2 は収集室 66 に吹きつけられ、ガス流の衝撃のベクトル和で管本体 1 からの流れるガス G の吸引が支持されている。

【0028】図 13 及び図 14 において陰極及び／または陽極からなる電極の配置が必要な場合には目的に応じ 1 つまたはそれ以上のこれまで説明された装置を組合せて電氣的に支持するために示されている。これに対して陽極 80 及び／または陰極 82 は基本的には環状電極として構成されている。環はとくに図 13 に明示するように、連続の電極として使用されないでむしろ軸方向に向けられる個々の電極が電極足 84 の形を示している。

【0029】この電極足 84 は互いに絶縁して組み立てられ接続線 86 に接続している。図 14 によれば陽極 80 の電極足 84 は接続線 86 a と、陰極 82 の電極足は接続線 86 K とそれぞれ連結して、それぞれ相等する制御部 88 の入力 E に連結している。制御部 88 にはパルス発生器 90 から時間－サイクル信号が供給され、同じく高電圧電源 38 の電圧が供給される。制御部 88 は複合器スイッチ S a 及び S k からなる複合器部として働いている。選択可能に同時に一つまたはそれ以上の陽極側の電極足 84 及び同時に一つまたはそれ以上の陰極側の電極足 82 に電源電圧 38 を加える。例えば陽極側及び陰極側でそれぞれ電極足に電圧が加えられると、フィルドパターンが管本体 1 に沿って同時に電圧が加えられる足の角度位置によって A 軸に関して確保される。図に示されるように、そこで電氣的渦巻場が発生され、その発生のたすけにより、ガスの渦巻は励起管のなかで作用される。

【0030】図 15 と図 16 には別の電極の配置が陽極装入及び／または陰極装入について示されている。管本体 1 とのその続き 1 a との間でのレーザ光に対して軸 A におけるそのときどきの電極は図 15 では円筒形電極 92 としてはめこまれている。そのときすくなくとも円筒形電極は殆ど段なしに管本体 1 もしくは続きの管 1 a の内壁に接続される寸法であり、例えば円筒形電極は両側で配置され軸方向に向けられている環状のカラー 94 の上に支持される。

【0031】なお管本体 1 に応じて続き管 1 a の横断面の寸法が管本体 1 の横断面の寸法に関して図 16 に示す

ように変えられる必要があるならば、中空円錐形電極 96 はそれに相当して発散または収れんするよう形づけられる。管本体 1 a の内壁が一方では段なしに実際上連結され、他方では半径方向に実際上スリットなしに連結され、そのために薄い内部カラー 94 i をもって連結されている。

【図面の簡単な説明】

【図 1】２段階の高エネルギーガスレーザの原理図である。

【図 2】図 2 a は大範囲の渦巻を阻止するための装置からなるガス入口管の概略断面図であり、図 2 b は図 2 a による装置の横断面図で、得られる小範囲の渦巻を定性的に記入している図である。

【図 3】図 3 a は別の変形装置についての図 2 a に類似する図、図 3 b は 3 a 図の装置を I I I … I I I 線により切断した概略的断面図である。

【図 4】大範囲の渦巻阻止装置の別の変形実施例を示し、図 2 a 及び図 3 a に類似する図である。

【図 5】図 5 a は本発明とは異なる他の参考例である励起管の入口領域による概略的横断面図である。図 5 b は本発明とは異なる他の参考例である、図 5 a の領域の長さ方向の概略的断面図である。

【図 6】本発明による入口領域の好ましい実施形態で図 5 b に類似する長さ方向の断面図である。

【図 7】図 7 a から図 7 c は大範囲の渦巻阻止のための励起管の概略的横断面図である。

【図 8】本発明とは異なる他の参考例であるガス入口領域の長さ方向の概略的断面図である。

【図 9】本発明の実施形態を示す図である。

【図 10】ガス出口領域の実施形態を示す図である。

【図 11】図 1 による２段階ガスレーザの図 10 の装置の拡大配置図である。

【図 12】出口領域の別の変形実施形態の概略図である。

【図 13】個々の電極を有する励起管による概略的横断面図である。

【図 14】図 13 により形成された電極同じく場形成－制御部、陽極側及び陰極側からなるレーザの励起管の長さ方向の概略的断面図である。

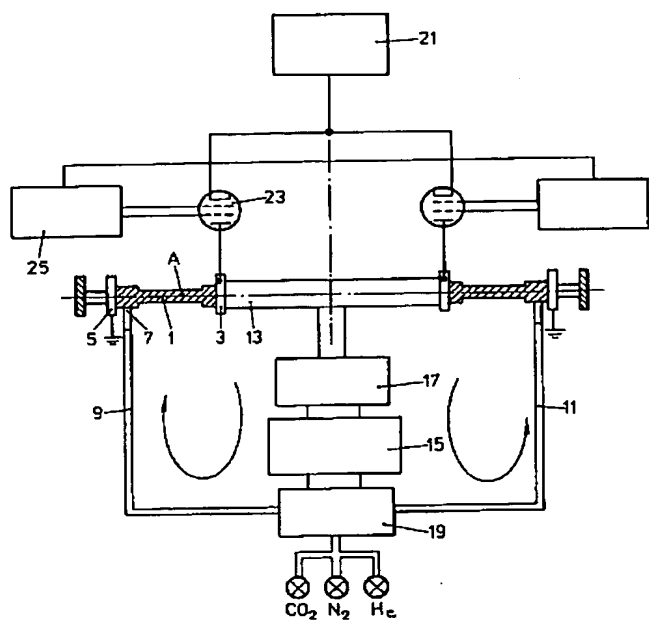
【図 15】別の変形電極の励起管の長さ方向の断面図である。

【図 16】そこに示された電極の他の変形を示す図 15 に類似する図を示している。

【符号の説明】

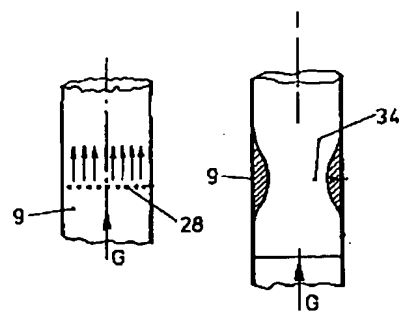
- 1, 50 管本体
- 9 ガス入口管
- 44 a チャンバー
- 48 膨出部
- 52 スプリットノズル
- 54 a, 54 i 電極

【図1】

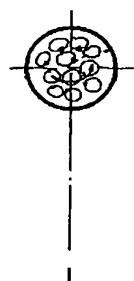


【図2】

(a)

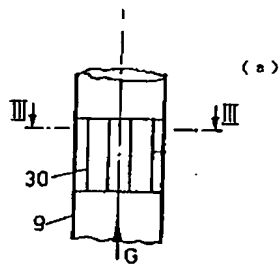


【図4】

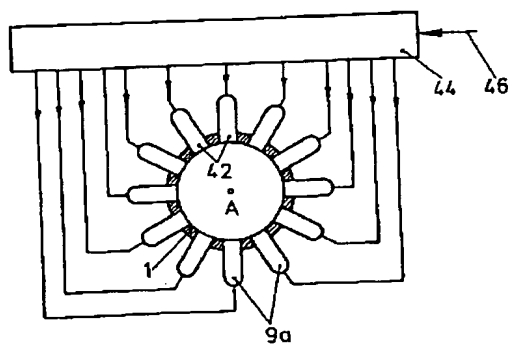


【図3】

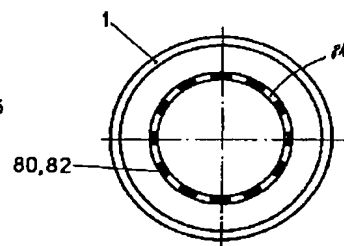
(a)



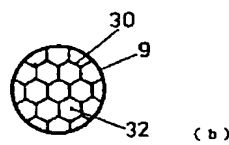
【図5】



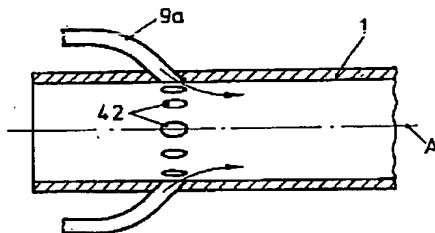
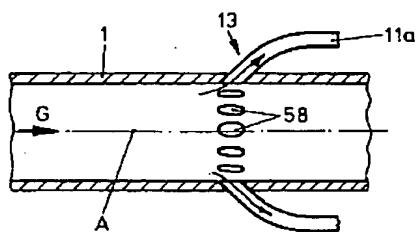
【図13】



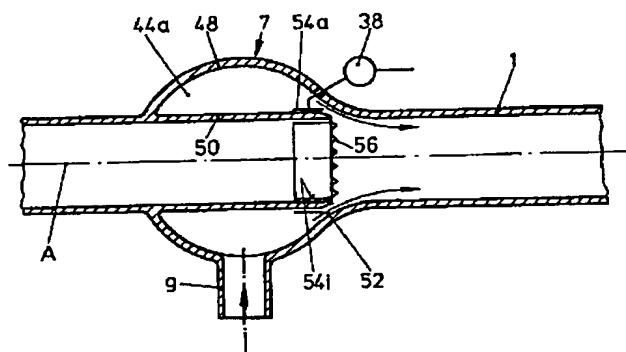
(b)



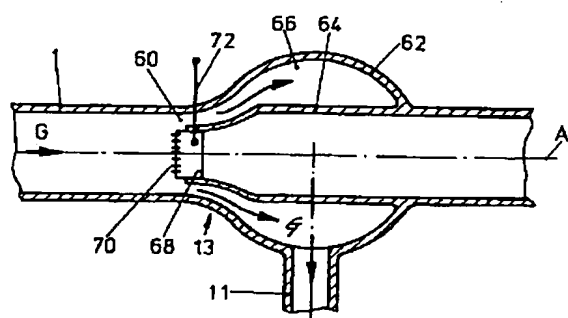
【図8】



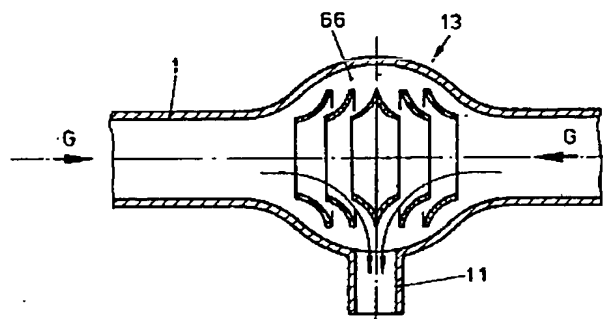
【図 6】



【図 9】

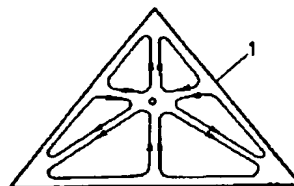


【図 11】

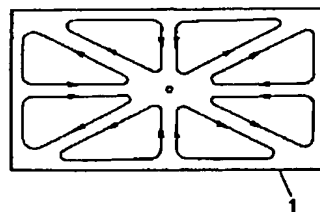


【図 7】

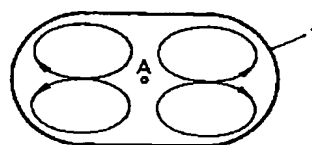
(a)



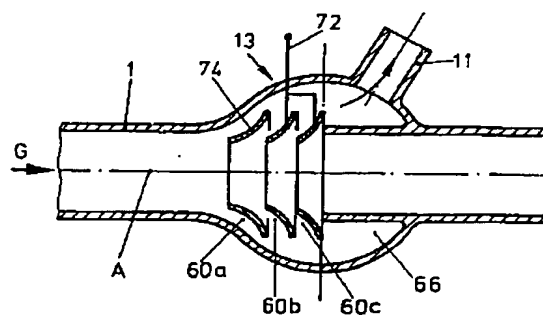
(b)



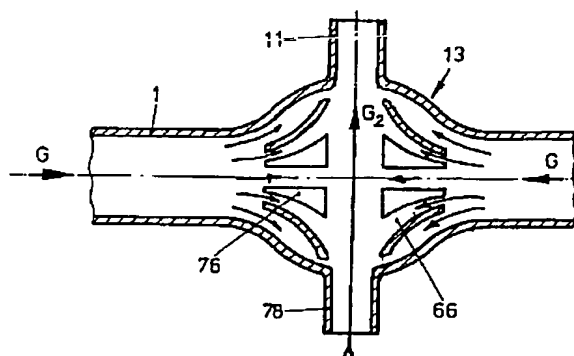
(c)



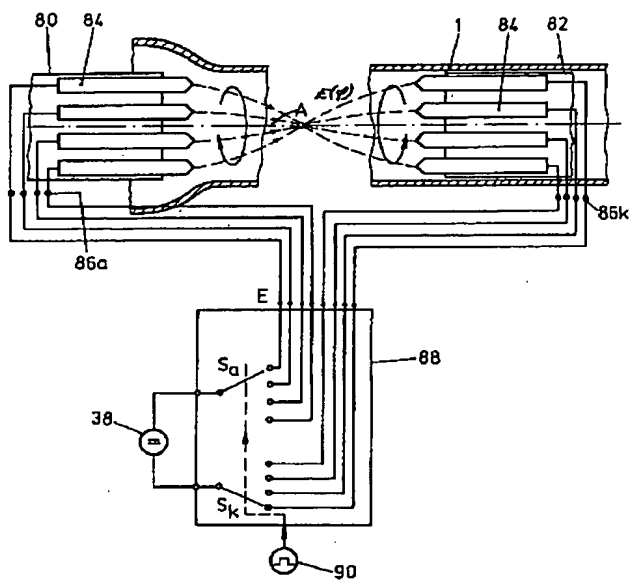
【図 10】



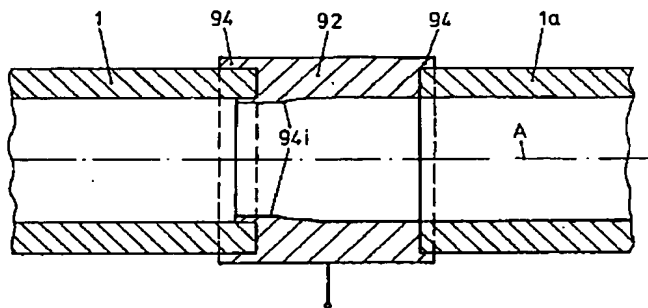
【図 12】



【図14】



【図15】



【図16】

